

实验室加速老化试验与户外曝晒试验的对比研究

——汽车内饰塑料氙灯试验与户外曝晒试验的相关性研究

柳立志¹ 张恒² 孙杏蕾²

(1.国家汽车质量监督检验中心,襄樊 441004;2.美国Q-Lab公司中国代表处,上海 200436)

摘要:简单介绍了汽车行业老化试验国家标准的制定情况,重点对比、分析了汽车内饰塑料的户外曝晒试验及实验室氙灯加速老化试验的结果。结果表明,实验室氙灯加速老化试验与户外曝晒试验后比对,在样品光泽变化和颜色变化方面的相关性都比较好。

关键词:汽车 户外曝晒 加速老化 氙灯试验 内饰塑料

中图分类号:T465 **文献标识码:**A

为了制定汽车行业老化试验国家标准 GB/T 32088-2015《汽车非金属部件及材料氙灯加速老化试验方法》和 GB/T 31881-2015《汽车非金属部件及材料紫外加速老化试验方法》,有关部门组织了实验室加速老化试验与户外曝晒试验的对比研究。本文是此次对比研究系列文章的第1部分,主要介绍针对汽车内饰塑料的氙灯耐候老化试验方法及试验结果。

1 汽车行业老化试验国家标准制定工作背景

我国汽车行业老化试验的现状是,测试方法没有相关的国家标准或行业标准,不同主机厂使用不同的测试方法,从而造成行业内标准使用混乱的局面,具体表现在以下几个方面。

a.某零部件厂商如果给几家主机厂供货,那么同一种产品需要使用多种方法进行重复测试。

b.因为国内汽车老化标准的缺失,业内有些供

应商和主机厂常采用其它行业(如油漆、塑料和纺织等)的标准,而这些标准中规定的测试条件不一定适用于汽车行业。

c.目前使用的一些国际标准或欧美汽车主机厂的标准往往是根据欧美气候条件制定的,试验方法是否可以模拟我国的气候条件有待考证。

因此制定统一的汽车行业老化试验国家标准非常重要。由国家汽车质量监督检验中心(襄阳)申请制定的 GB/T 32088-2015《汽车非金属部件及材料氙灯加速老化试验方法》和 GB/T 31881-2015《汽车非金属部件及材料紫外加速老化试验方法》已经正式发布。这两个标准由全国汽车标准化技术委员会归口,国家汽车质量监督检验中心(襄阳)和美国Q-Lab公司中国代表处负责组织工作,东风汽车公司技术中心、中国第一汽车股份有限公司技术中心、一汽-大众汽车有限公司、中国兵器工业第五九研究所、海南热带汽车试验有限公司、泛亚汽车技术中心有限公司和神龙汽车有限

公司等20家单位参与了标准制定。

2 汽车内饰塑料耐候老化测试方法

制定《汽车非金属部件及材料氙灯加速老化试验方法》和《汽车非金属部件及材料紫外加速老化试验方法》标准,需要相关对比试验数据的支持,不仅要开展实验室加速老化试验,也应开展户外老化曝晒试验。因为户外自然曝晒是实验室加速老化试验的基础,可用于指导实验室加速老化试验方法的制定。

2.1 户外曝晒试验

选择了两个典型曝晒场。一个是中国兵器工业第五九研究所的敦煌曝晒场,属典型的沙漠气候条件。该曝晒场位于东经94°41′、北纬40°09′,海拔高度1 139.0 m;年辐射总量为6 425 MJ/m²、年均降雨量为39 mm,年均相对湿度38%、年平均气温为10.8℃,月平均最高气温为24.9℃(7月)。

另一个是海南热带汽车试验有限公司的琼海曝晒场,属典型的亚热带气候条件。该曝晒场位于东经110°28′、北纬19°15′,海拔高度20.0 m;年辐射总量为5 400 MJ/m²、年均降雨量为2 000 mm,年均相对湿度85%、年平均气温24.0℃,月平均最高气温为28.4℃(7月)。

不管是敦煌曝晒场还是琼海曝晒场,试验样品都是放在汽车内饰件户外曝晒箱(AIM Box)中

进行曝晒。敦煌曝晒场的AIM Box曝晒角度为45°朝南,琼海曝晒场的AIM Box曝晒角度为20°朝南;箱内的最高温度都设定为102℃。

2.2 实验室加速老化试验

针对汽车内饰塑料制定了多种氙灯老化试验方法,如表1所示。其中试验方法3是参考SAE J2412标准《使用可控辐照度的氙灯设备对汽车内饰件进行加速暴露测试》中的方法;试验方法1是对SAE J2412中方法的优化,因为针对汽车内饰塑料,窗玻璃滤光器比紫外延展滤光器更适合模拟车内情况;试验方法2、试验方法4和试验方法5是参考一些主要汽车主机厂的试验方法。

2.3 试验样品

参与制定本标准的单位一共提供了45种塑料样板。这些样板均为PP材料,样品颜色有黑、米、灰3种,每种颜色分别有15种样板。

3 汽车内饰塑料耐候老化测试结果及分析

3.1 户外曝晒结果

对测试样品进行评估时,会测量样品的光泽变化、颜色变化,观察样品是否出现粉化、起泡、开裂、氧化、脆化等。本文主要分析样品的光泽和颜色变化。

a.样品光泽变化的评定参照ASTM D523《镜面光泽试验方法》,用反射计以85°几何条件进行

表1 氙灯老化试验方法

试验方法	滤光器	辐照度/W·m ⁻²	波长/nm	试验循环
试验方法1	窗玻璃滤光器	1.20±0.02	420	在黑板温度89℃±3℃、箱体空气温度62℃±2℃、相对湿度50%±5%的试验条件下,运行3.8 h光照循环; 在黑板温度38℃±3℃、箱体空气温度38℃±3℃、相对湿度95%±5%的试验条件下,运行1 h黑暗循环
试验方法2	窗玻璃滤光器	1.20±0.02	420	在黑板温度100℃±3℃、箱体空气温度65℃±3℃、相对湿度20%±10%试验条件下,运行光照循环
试验方法3	紫外延展滤光器	0.55±0.02	340	在黑板温度89℃±3℃、箱体空气温度62℃±2℃、相对湿度50%±5%的试验条件下,运行3.8 h光照循环; 在黑板温度38℃±3℃、箱体空气温度38℃±3℃、相对湿度95%±5%的试验条件下,运行1 h黑暗循环
试验方法4	窗玻璃滤光器	0.88±0.02	420	在黑板温度80℃±5℃、箱体空气温度45℃±2℃、相对湿度20%±10%的试验条件下,运行光照循环
试验方法5	窗玻璃滤光器	1.40±0.02	420	在黑板温度100℃±2℃、箱体空气温度66℃±2℃、相对湿度30%±5%的试验条件下,运行光照循环

测定。

b. 样品颜色变化的评定参照 ASTM D2244《用仪器测定颜色坐标法计算颜色容差和色差的标准规范》，选用 CIE L*a*b* 色空间、D65 光源、10° 观察者、镜面反射包含条件进行测定。

在敦煌曝晒场和琼海曝晒场分别曝晒 18 个月，样板的失光率分布和颜色变化分布情况见图 1 和图 2。

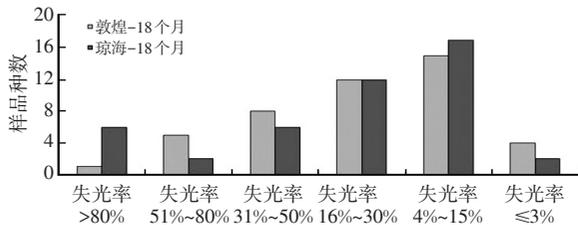


图 1 样板户外曝晒 18 个月的失光率分布

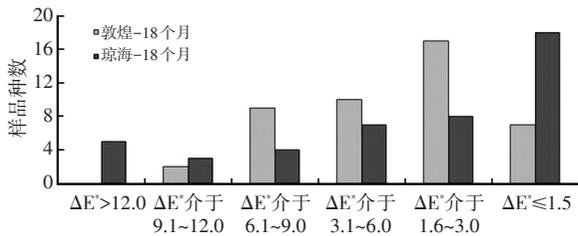


图 2 样板户外曝晒 18 个月的颜色变化分布

由图 1 可见，参照 GB/T 1766《色漆和清漆涂层老化的评级方法》，无论在哪个曝晒场，大部分样板属于轻微失光、很轻微失光，只有小部分样板属于明显失光和严重失光。

由图 2 发现，参照 GB/T 1766《色漆和清漆涂层老化的评级方法》，无论在哪个曝晒场，大部分样板属于轻微变色、很轻微变色，只有小部分样板属于明显变色和较大变色。

3.2 实验室加速老化测试结果

按表 1 的试验方法，使用氙灯加速老化试验箱^[1]对样板进行加速测试，测试时间为 1 200 h，样板的失光率分布和颜色变化分布见图 3 和图 4。

由图 3 看出，不同试验方法的样板的失光快慢不同。试验方法 1 和试验方法 3 的样板的失光比其它试验方法的快。这可能是因为试验方法 1 和试验方法 3 不但运行光照循环而且还运行黑暗循环，并且运行黑暗循环时箱体内的相对湿度是

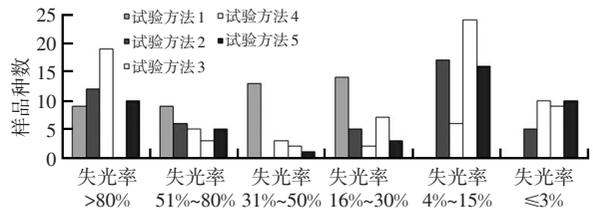


图 3 样板经 1 200 h 氙灯试验的失光率分布

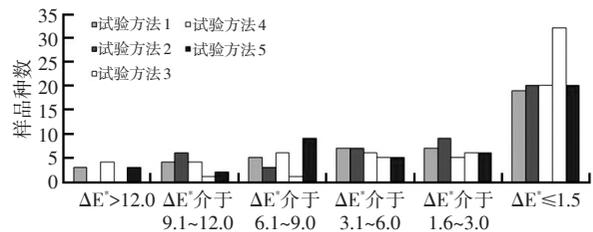


图 4 样板经 1 200 h 氙灯试验的颜色变化分布

95%，这种潮湿的测试环境使样品更快失光。试验方法 4 的样品失光最慢，可能是因为辐照度、黑标温度、箱体空气温度及相对湿度都较低造成的。

由图 4 看出，不同试验方法的样板的颜色变化快慢不同。试验方法 4 的样板的颜色变化最慢，因为样品的颜色变化更多地与光源的光谱、辐射量相关，所以可能是因为辐照度较低造成的；而其它试验方法的辐照度相差不大，所以样板的颜色变化快慢差不多。

3.3 实验室加速老化试验与户外曝晒试验之间的相关性

实验室加速老化试验与户外曝晒之间的相关性以及两个户外曝晒场之间的相关性研究参考了 ASTM G169《环境试验基本统计方法应用指南》中的 spearman 排序方法。相关系数 r_s 指的是利用两种不同的测试方法对一组样品进行测试，所得试验结果之间的相关性。 r_s 的计算公式如下。

$$r_s = 1 - 6 \sum d_i^2 / [n(n^2 - 1)]$$

式中， d_i 为两列成对变量的等级差数， n 为样品的个数。

将 18 个月户外曝晒试验数据按照样板的失光率和颜色变化 ΔE^* 大小分别进行排序；将氙灯试验数据按照样板失光率达到 50% 和颜色变化 ΔE^* 达到 3.0 的时间分别进行排序。表 2 是样板的光泽变化的相关系数，表 3 是样板的颜色变化的相关系数。

表2 氙灯试验与户外曝晒试验之间样品光泽变化的相关系数

试验方法	敦煌	琼海
试验方法1	0.46	0.80
试验方法2	0.51	0.71
试验方法3	0.42	0.68
试验方法4	0.60	0.62
试验方法5	0.51	0.68
琼海	0.09	

表3 氙灯试验与户外曝晒试验之间样品颜色变化的相关系数

试验方法	敦煌	琼海
试验方法1	0.81	0.96
试验方法2	0.71	0.79
试验方法3	0.73	0.81
试验方法4	0.81	0.80
试验方法5	0.86	0.72
琼海	0.75	

从表2看出,对于样板的光泽变化而言,相比于敦煌和琼海这两个户外曝晒场之间0.09的相关系数,氙灯试验与敦煌曝晒试验、氙灯试验与琼海曝晒试验之间的相关系数都比较好,尤其是试验方法1与琼海曝晒试验之间的相关系数达到了0.80。

从表3发现,对于样板的颜色变化而言,氙灯试验与两个户外曝晒场之间的相关系数都比较好,而且两个户外曝晒场之间的相关系数也比较好。

4 结论

a.对于样品的光泽变化,相比较敦煌和琼海这两个户外曝晒场之间0.09的相关系数,氙灯试验与敦煌和琼海之间的相关系数都比较好。因此,不同试验条件下的户外曝晒是必要的;

b.对于样品的颜色变化,氙灯试验与敦煌和琼海之间的相关性都比较好;而且两个户外曝晒场之间的相关系数也比较好;

c.对于氙灯老化加速试验,综合考虑样品的失光、颜色变化以及与户外曝晒之间的相关性,将试

验方法1、试验方法2和试验方法3(首推试验方法1)推荐并写入GB/T 32088-2015《汽车非金属部件及材料氙灯加速老化试验方法》中。

参考文献:

[1]张恒.QUV和Q-Sun两种有效测试耐候性和光稳定性方法的比较[J].汽车工艺与材料,2006,(8):36-39,41.

致谢:

本文作者感谢以下单位对户外曝晒和实验室加速试验提供的测试及技术支持:

全国汽车标准化技术委员会非金属制品标准分技术委员会

中国汽车工业协会汽车相关工业分会

东风汽车公司技术中心

中国第一汽车股份有限公司技术中心

一汽-大众汽车有限公司

中国兵器工业第五九研究所

海南热带汽车试验有限公司

泛亚汽车技术中心有限公司

杜邦高性能涂料(上海)有限公司

国家高分子材料与制品质量监督检验中心(北京化工研究院)

通标标准技术服务(上海)有限公司

金发科技股份有限公司

浙江俊尔新材料有限公司

神龙汽车有限公司

奇瑞汽车股份有限公司

比亚迪汽车有限公司

安徽江淮汽车股份有限公司

长安汽车股份有限公司汽车工程研究院

南京汽车集团有限公司

上海汽车集团股份有限公司乘用车分公司

AT
&M